

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-38239

(P2010-38239A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.
F16C 32/06 (2006.01)F1
F16C 32/06テーマコード (参考)
3J102

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2008-201776 (P2008-201776)
(22) 出願日 平成20年8月5日(2008.8.5)(71) 出願人 000004204
日本精工株式会社
東京都品川区大崎1丁目6番3号
(74) 代理人 100066980
弁理士 森 哲也
(74) 代理人 100075579
弁理士 内藤 嘉昭
(74) 代理人 100103850
弁理士 崔 秀▲てつ▼
(72) 発明者 大坂 市雄
群馬県前橋市鳥羽町78番地 日本精工株式会社内
Fターム(参考) 3J102 AA02 BA05 BA12 CA09 EA02
EA07 EA13 GA01

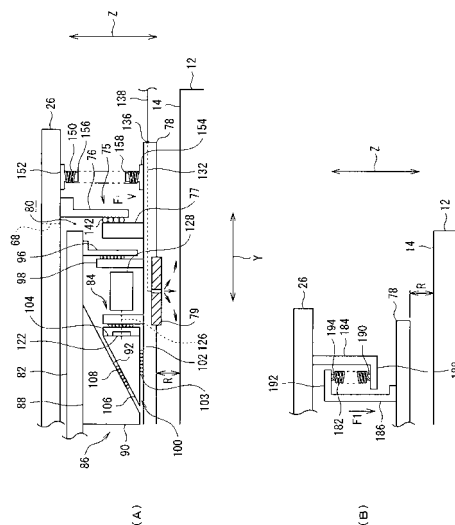
(54) 【発明の名称】 三次元位置決め装置

(57) 【要約】

【課題】装置寸法を拡大することなく、Zテーブルが搭載されたベースプレートの定盤の基準平面からの浮上量が圧縮空気の圧力変動やベースプレートに作用する外力等の外乱の影響により変化することを防止する。

【解決手段】三次元位置決め装置10では、複数のコイルスプリング150が、静圧パッド130を通して供給される圧縮空気によりガイドプレート78に生じる浮上力よりも、小さい反浮上力Fによりガイドプレート78を定盤12の基準平面14側へ付勢する。これにより、反浮上力Fがガイドプレート78に作用しない場合と比較して、定盤12の基準平面14からのガイドプレート78の浮上量Rを反浮上力Fの大きさに応じて減少させると共に、ガイドプレート78と基準平面14との間に形成された空気層(空気軸受)をZ軸方向に沿って圧縮し、この空気軸受のZ軸方向に沿った剛性を高めることができる。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基準平面を具備する定盤に連結されたベース部材と、

前記ベース部材を介して定盤の基準平面上に配置された X Y テーブルと、

前記ベース部材と前記 X Y テーブルとの間に設けられ、該 X Y テーブルを、定盤の基準平面に沿った所定の X 方向及び、該 X 方向と直交する Y 方向に沿って任意の位置へ移動させる X Y 移動手段と、

前記 X Y テーブルに、前記 Z テーブルを定盤の基準平面と直交する Z 軸方向に沿って移動可能になるように連結されたガイドプレートと、

前記ガイドプレート上に搭載された Z テーブルと、

前記 Z テーブルと前記ガイドプレートとの間に設けられ、前記 Z テーブルを定盤の基準平面と直交する Z 軸方向に沿って任意の位置へ移動させる Z 移動手段と、

定盤の基準平面と前記ガイドプレートの下面部との間に圧縮空気を供給し、該圧縮空気により前記ガイドプレートを定盤の基準平面から浮上させる空気軸受手段と、

前記ガイドプレートと前記 X Y テーブルとの隙間内に配置され、前記ガイドプレートを、前記圧縮空気の浮上力よりも小さい反浮上力により定盤の基準平面側へ付勢する浮上バランス手段と、

を有することを特徴とする三次元位置決め装置。

10

【請求項 2】

前記浮上バランス手段は、前記ガイドプレートと前記 X Y テーブルとの間に圧縮変形状態で配置されるコイルバネを有し、該コイルバネの復元力を前記反浮上力として、前記ガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することを特徴とする請求項 1 記載の三次元位置決め装置。

20

【請求項 3】

前記浮上バランス手段は、前記ガイドプレートと前記 X Y テーブルとの間に引張り変形状態で配置されるコイルバネを有し、該コイルバネの復元力を前記反浮上力として、前記ガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することを特徴とする請求項 1 記載の三次元位置決め装置。

【請求項 4】

前記浮上バランス手段は、前記ガイドプレートに取り付けられる第 1 の磁石と、前記 X Y テーブルに取り付けられると共に、前記 Z 軸方向に沿って前記第 1 の磁石に対向するように配置された第 2 の磁石とを有し、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石との磁気反発力を前記反浮上力として、前記ガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することを特徴とする請求項 1 記載の三次元位置決め装置。

30

【請求項 5】

前記浮上バランス手段は、前記ガイドプレートに取り付けられる第 1 の磁石と、前記 X Y テーブル側に取り付けられると共に、前記 Z 軸方向に沿って前記第 1 の磁石に対向するように配置された第 2 の磁石とを有し、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石との磁気吸引力を前記反浮上力として、前記ガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することを特徴とする請求項 1 記載の三次元位置決め装置。

40

【請求項 6】

前記ガイドプレートと前記 X Y テーブルとの間に、前記 X Y テーブルの前記 Z 軸方向に沿った移動範囲を制限する移動制限手段を設けたことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項記載の三次元位置決め装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、空気軸受手段により X Y テーブルを定盤の基準平面上に浮上させつつ、この X Y テーブルを X 方向及び Y 方向に沿って任意の位置へ移動させると共に、X Y テーブルに搭載された Z テーブルの昇降台を Z 軸方向に沿って任意な位置に移動させる三次元位置

50

決め装置に関する。

【背景技術】

【0002】

A M F等の原子間力顕微鏡では、カンチレバーの先端に取り付けたプローブ（探針）を試料に数nm以下まで近づけ、この探針の先端と試料の原子との間に作用する原子間力が一定になるようにフィードバックを行いながら試料表面を走査し、表面を観察する。この種の原子間力顕微鏡としては、例えば、記載されたもの（走査型プローブ顕微鏡）が知られている。この走査型プローブ顕微鏡は、顕微鏡ステージ（定盤）の基準平面上に配置され、底面部を空気軸受により案内されて基準平面上を移動する移動テーブルと、移動テーブルと定盤との間に圧縮空気層を形成するために、移動テーブルに圧縮空気を選択的に供給する高さ位置制御部と、移動テーブルを定盤の基準平面に沿って移動させるXY粗動機構と、カンチレバーをX方向、Y方向及びZ軸方向に沿ってそれぞれ微小移動させるXYZ微動機構と、を備えている。また、この走査型プローブ顕微鏡では、試料の広い範囲を観察する際には、XY粗動機構により移動テーブルをX方向及びY方向に沿って移動させつつ、超音波顕微鏡やレーザ顕微鏡等の他の形式のプローブにより試料を観察することが可能とされている。

10

【0003】

特許文献1記載の走査型プローブ顕微鏡では、通常、原子間力顕微鏡として使用される場合には、XY粗動機構により移動テーブルをX方向及びY方向に沿って所定の観察位置へ位置調整（粗調整）し、高さ位置制御部により移動テーブルへの圧縮空気の供給を停止した後、XYZ微動機構によりカンチレバーの探針を移動テーブルに搭載された試料表面に沿って移動させる。このとき、原子間力顕微鏡では、Z軸方向に沿った探針の移動制御が数nm以下の高い測定分解能を要求されることから、移動テーブルの浮上量（Z軸方向）の変動を避けるため、移動テーブルの底面部が定盤の基準平面に接したままの状態にされる。

20

【0004】

しかし、XYZ微動機構によるX方向及びY方向の移動範囲は、通常、約100μm以下が限界であり、それを超えて、探針をX方向又はY方向へ移動させる場合には、探針による試料観察を一旦中断した後、高さ位置制御部からの圧縮空気により移動テーブルを定盤の基準平面から浮上させつつ、XY粗動機構により移動テーブルをX方向及びY方向に沿って位置調整し直す必要がある。

30

【0005】

このため、試料に対する観察を再開するまでの作業が煩瑣になると共に、試料に対する観察を中断した後、再開するまでに相当の時間を要するので、試料観察を効率的に行うことが困難になる。このような問題を解決するため、高さ位置制御部により移動テーブルへ供給する圧縮空気の量及び圧力をそれぞれ高い精度で制御することにより、移動テーブルの定盤の基準平面からの浮上量を一定に保ちつつ、この状態で探針により試料観察を行うことも考えられる。

【特許文献1】特開平11-211732号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、移動テーブルに供給される圧縮空気は、通常、工場、研究所等の施設に設置された施設配管から供給されるものを利用しており、例えば、施設における圧縮空気の使用量（負荷）が変化すると、施設配管から供給される圧縮空気の圧力も変化し、また圧縮ポンプ等によるアキュムレータへの圧縮空気の供給時には、施設配管から供給される圧縮空気の圧力が周期変動する脈動現象が生じやすい。この結果、施設配管から供給される圧縮空気の圧力変化に伴って移動テーブルの定盤からの浮上量が変わってしまうため、XYZ微動機構による探針と試料との間の間隔を所定値に保つ制御が困難になり、最悪の場合には、探針が試料に衝突して顕微鏡装置を破損させるおそれがある。

50

【 0 0 0 7 】

上記のように問題の発生を解決するため、従来の三次元位置決め装置には、定盤の基準平面上で移動テーブルを圧縮空気（空気軸受）により支持すると同時に、圧縮空気により移動テーブルを定盤の基準平面へ押し付けるような力（反浮上力）を作用させ、この反浮上力と空気軸受の浮上力とを互いに釣り合わせるものもある。これにより、移動テーブルを浮上させている空気軸受のZ軸方向の剛性を大幅に高めることが可能になるので、圧縮空気の圧力変動変化、移動テーブルへの外部荷重等の外乱が加えられた場合でも、移動テーブルの浮上量の変化を効果的に抑制できる。

【 0 0 0 8 】

しかし、三次元位置決め装置に移動テーブルに反浮上力を作用させる機構（浮上バランス機構）を設ける場合には、空気配管、エアパッド等を移動テーブルの上端側に配置すると共に、エアパッドに対向する案内面を定盤側に配置する必要があるので、Z軸方向に沿った装置寸法が拡大し易い。一方、原子間力顕微鏡には、移動テーブルの上方には余分なスペースが殆どないことから、浮上バランス機構を有する三次元位置決め装置を、原子間力顕微鏡に適用することは現実的には困難である。

本発明の目的は、上記事実を考慮して、装置寸法を拡大することなく、Zテーブルが搭載されたガイドプレートの定盤の基準平面からの浮上量が圧縮空気の圧力変動やベースプレートに作用する外力等の外乱の影響により変化することを効果的に抑制できる三次元位置決め装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するため、本発明の請求項1に係る三次元位置決め装置は、基準平面を具備する定盤に連結されたベース部材と、前記ベース部材を介して定盤の基準平面上に配置されたXYテーブルと、前記ベース部材と前記XYテーブルとの間に設けられ、該XYテーブルを、定盤の基準平面に沿った所定のX方向及び、該X方向と直交するY方向に沿って任意の位置へ移動させるXY移動手段と、前記XYテーブルに、前記Zテーブルを定盤の基準平面と直交するZ軸方向に沿って移動可能になるように連結されたガイドプレートと、前記ガイドプレート上に搭載されたZテーブルと、前記Zテーブルと前記ガイドプレートとの間に設けられ、前記Zテーブルを定盤の基準平面と直交するZ軸方向に沿って任意の位置へ移動させるZ移動手段と、定盤の基準平面と前記ガイドプレートの下面部との間に圧縮空気を供給し、該圧縮空気により前記ガイドプレートを定盤の基準平面から浮上させる空気軸受手段と、前記ガイドプレートと前記XYテーブルとの隙間内に配置され、前記ガイドプレートを、前記圧縮空気の浮上力よりも小さい反浮上力により定盤の基準平面側へ付勢する浮上バランス手段と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

上記請求項1に係る三次元位置決め装置では、浮上バランス手段が、空気軸受手段の圧縮空気によりガイドプレートに作用する浮上力よりも小さい反浮上力によりガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することにより、このような反浮上力がガイドプレートに作用しない場合と比較して、定盤の基準平面からのガイドプレートの浮上量を反浮上力の大きさに応じて減少させると共に、ガイドプレートと定盤の基準平面との間に形成された空気層（空気軸受）をZ軸方向に沿って圧縮し、この空気軸受のZ軸方向に沿った剛性を高めることができる。

【 0 0 1 1 】

この結果、外部からガイドプレートにZ軸方向に沿った外力が作用した場合及び、空気軸受手段により供給される圧縮空気の圧力が変動した場合でも、ガイドプレートに搭載されたZテーブルのZ軸方向に沿った浮上量の変化を小さくできる。また、請求項1に係る三次元位置決め装置では、浮上バランス手段がガイドプレートとXYテーブルとの隙間内に配置されていることから、浮上バランス手段の設置に伴って、装置寸法がZ軸方向へ増大することを防止できる。

【 0 0 1 2 】

従って、請求項 1 に係る三次元位置決め装置によれば、装置寸法を拡大することなく、Z テーブルが搭載されたベースプレートの定盤の基準平面からの浮上量が圧縮空気の圧力変動やベースプレートに作用する外力等の外乱の影響により変化することを効果的に抑制できる。

また、本発明の請求項 2 に係る三次元位置決め装置は、請求項 1 記載の三次元位置決め装置において、前記浮上バランス手段は、前記ガイドプレートと前記 X Y テーブルとの間に圧縮変形状態で配置されるコイルバネを有し、該コイルバネの復元力を前記反浮上力として、前記ガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の請求項 3 に係る三次元位置決め装置は、請求項 1 記載の三次元位置決め装置において、前記浮上バランス手段は、前記ガイドプレートと前記 X Y テーブルとの間に引張り変形状態で配置されるコイルバネを有し、該コイルバネの復元力を前記反浮上力として、前記ガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することを特徴とする。

また、本発明の請求項 4 に係る三次元位置決め装置は、請求項 1 記載の三次元位置決め装置において、前記浮上バランス手段は、前記ガイドプレートに取り付けられる第 1 の磁石と、前記 X Y テーブルに取り付けられると共に、前記 Z 軸方向に沿って前記第 1 の磁石に対向するように配置された第 2 の磁石とを有し、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石との磁気反発力を前記反浮上力として、前記ガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の請求項 5 に係る三次元位置決め装置は、請求項 1 記載の三次元位置決め装置において、前記浮上バランス手段は、前記ガイドプレートに取り付けられる第 1 の磁石と、前記 X Y テーブル側に取り付けられると共に、前記 Z 軸方向に沿って前記第 1 の磁石に対向するように配置された第 2 の磁石とを有し、前記第 1 の磁石と前記第 2 の磁石との磁気吸引力を前記反浮上力として、前記ガイドプレートを定盤の基準平面側へ付勢することを特徴とする。

また、本発明の請求項 6 に係る三次元位置決め装置は、請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項記載の三次元位置決め装置において、前記ガイドプレートと前記 X Y テーブルとの間に、前記 X Y テーブルの前記 Z 軸方向に沿った移動範囲を制限する移動制限手段を設けたことを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

以上説明したように、本発明の三次元位置決め装置によれば、装置寸法を拡大することなく、Z テーブルが搭載されたベースプレートの定盤の基準平面からの浮上量が圧縮空気の圧力変動やベースプレートに作用する外力等の外乱の影響により変化することを効果的に抑制できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施形態に係る三次元位置決め装置について図面に基づいて説明する。

図 1 は本発明の実施形態に係る三次元位置決め装置の平面図、図 2 は図 1 に示される三次元位置決め装置の正面図、図 3 は図 1 に示される三次元位置決め装置の側面図である。この三次元位置決め装置 10 は、探針を試料表面に沿って移動させることにより、試料の表面を観察する原子間力顕微鏡に用いられるものである。具体的には、三次元位置決め装置 10 は、装置の基台となる定盤 12 の基準平面 14 上に配置されており、後述する Z テーブル 82 上に配置された試料台 83 を基準平面 14 に沿って任意の位置へ移動させると共に、この試料台を基準平面 14 に直交する Z 軸方向に沿って任意の位置へ移動させる。このとき、試料台上には観察試料が装填されている。

【 0 0 1 7 】

一方、A M F 等の原子間力顕微鏡では、カンチレバーの先端に取り付けたプローブ（探針）を観察試料に数 nm 以下まで近づけ、この探針の先端と試料の原子との間に作用する

10

20

30

40

50

原子間力が一定になるように、三次元位置決め装置 10 に対するフィードバック制御を行いながら試料表面を走査し、表面を観察する。

図 1 及び図 2 に示されるように、三次元位置決め装置 10 は、定盤 12 の基準平面 14 上に配置されている。定盤 12 は肉厚プレート状に形成されており、その上面側に基準平面 14 が長方形に形成されている。ここで、便宜上、基準平面 14 の長手方向と一致する方向を装置の Y 方向、長手直角方向と一致する方向を装置の X 方向として以下の説明を行う。なお、基準平面 14 と直交する方向（法線方向）を装置の Z 軸方向とする。

【0018】

三次元位置決め装置 10 は、Y 方向に沿って細長いプレート状にそれぞれ形成された一対のレールベース 16、18 及び、一対のレールベース 16、18 上にそれぞれ固定される一対のガイドレール 20 を備えている。一対のレールベース 16、18 は、基準平面 14 上に互いに平行となるように固定されており、これら一対のレールベース 16、18 上には、それぞれ Y 方向へ直線的に延在するガイドレール 20 が固定されている。

【0019】

図 3 に示されるように、三次元位置決め装置 10 は、一対のレールベース 16、18 及びガイドレール 20 を介して定盤 12 上に支持される XY テーブル 22 を備えている。XY テーブル 22 には、Z 軸方向に沿って下端側に下側キャリアプレート 24 が Y 方向に沿って移動可能に設けられると共に、この下側キャリアプレート 24 の上側に上側キャリアプレート 26 が X 方向に沿って移動可能に設けられている。

【0020】

下側キャリアプレート 24 には、その下面側における X 方向に沿った一端部及び他端部にそれぞれスライダ 28 が固定されている。スライダ 28 は、図 2 に示されるように、下側キャリアプレート 24 の一端部及び他端部にそれぞれ複数個（本実施形態では、3 個）ずつ配置されており、これら複数個のスライダ 28 は Y 方向に沿って等ピッチで配列されている。

【0021】

図 2 及び図 3 に示されるように、三次元位置決め装置 10 では、下側キャリアプレート 24 の一端部に配置された複数個のスライダ 28 が一方のガイドレール 20 にそれぞれ係合しており、また下側キャリアプレート 24 の他端部に配置された複数個のスライダ 28 が他方のガイドレール 20 にそれぞれ係合している。ここで、各スライダ 28 は、それぞれ係合状態にあるガイドレール 20 の長手方向（Y 方向）に沿って低摩擦で摺動可能とされている。これにより、ガイドレール 20 及びこれに係合したスライダ 28 は Y リニアガイド機構 30 を構成し、この Y リニアガイド機構 30 は、下側キャリアプレート 24 を低抵抗で Y 方向に沿って直線的に移動可能とする。

【0022】

図 1 に示されるように、三次元位置決め装置 10 には、一方のレールベース 16 上に Y リニアフィード機構 32 が配置されている。Y リニアフィード機構 32 は、細長い棒状に形成されたスクリュー軸 34、このスクリュー軸 34 の先端部を軸支する軸受部材 36 及び、スクリュー軸 34 の基端部に同軸的に連結されたサーボモータ 38 を備えている。軸受部材 36 及びサーボモータ 38 は、それぞれレールベース 16 上に固定されており、スクリュー軸 34 は、軸受部材 36 及びサーボモータ 38 を介してレールベース 16 上に支持されている。ここで、スクリュー軸 34 は、その軸心が装置の Y 方向と一致するように支持されている。またスクリュー軸 34 の外周面には螺旋状に延在するスクリュー溝（図示省略）が形成されている。

【0023】

図 1 に示されるように、Y リニアフィード機構 32 は、下側キャリアプレート 24 の側端部に固定されたボールナット 40 を備えている。ボールナット 40 には、Y 方向へ貫通する挿通穴 42 が穿設されており、この挿通穴 42 の内周面には、スクリュー軸 34 のスクリュー溝に対応する複数個のボールがそれぞれ回転可能に配設されている。Y リニアフィード機構 32 では、スクリュー軸 34 がボールナット 40 の挿通穴 42 を挿通すると共

10

20

30

40

50

に、ボールナット 40 内の各ボールがそれぞれスクリュウ溝に係合している。

【0024】

これにより、スクリュウ軸 34 がボールナット 40 に対して相対的に回転可能になると共に、サーボモータ 38 からのトルクによりスクリュウ軸 34 がボールナット 40 に対して相対回転すると、ボールナット 40 が Y 方向に沿ってスクリュウ軸 34 の回転方向に対応する方向（Y 方向に沿った前進方向又は後退方向）へ回転量に対応する距離だけ移動し、このボールナット 40 と一体となって下側キャリアプレート 24 も Y 方向に沿って進退する。

【0025】

三次元位置決め装置 10 は、Y リニアフィード機構 32 のサーボモータ 38 を含むサーボ駆動系及び、後述する静圧パッド 130 へ連通する圧力配管 138 を開閉する電磁開閉弁 140 等を制御するための駆動制御部（図示省略）を備えており、この駆動制御部は、原子間力顕微鏡の制御部から入力する制御信号に従ってサーボモータ 38 の回転方向及び回転量をそれぞれ制御する。サーボ駆動系には、上記サーボモータ 38 に加え、後述するサーボモータ 62 及びサーボモータ 128 が含まれる。

【0026】

図 1 に示されるように、下側キャリアプレート 24 には、その中央部に Z 軸方向へ貫通する略長方形の開口部 44 が形成されている。この開口部 44 は、その長手方向が X 方向と一致している。これにより、下側キャリアプレート 24 は全体として矩形棒状に形成され、X 方向に沿った両端部にそれぞれ Y 方向へ延在する短辺縁部 46、47 が形成されると共に、Y 方向に沿った両端部に X 方向へ延在する長辺縁部 48、49 が形成される。これら一对の長辺縁部 48、49 上には、それぞれ一对のガイドレール 50 が固定されている。一对のガイドレール 50 は、それぞれ X 方向へ直線的に延在している。また一方の短辺縁部 48 には、Y リニアフィード機構 32 のボールナット 40 が連結固定されている。

【0027】

図 2 及び図 3 に示されるように、上側キャリアプレート 26 には、その下面側における Y 方向に沿った一端部及び他端部にそれぞれスライダ 52 が固定されている。スライダ 52 は、上側キャリアプレート 26 の一端部及び他端部にそれぞれ複数個（本実施形態では、3 個）ずつ配置されており、これら複数個のスライダ 52 は X 方向に沿って等ピッチで配列されている。

【0028】

三次元位置決め装置 10 では、上側キャリアプレート 26 の一端部に配置された複数個のスライダ 52 が一方のガイドレール 50 にそれぞれ係合しており、また上側キャリアプレート 26 の他端部に配置された複数個のスライダ 52 が他方のガイドレール 50 にそれぞれ係合している。ここで、各スライダ 52 は、それぞれ係合状態にあるガイドレール 50 の長手方向（X 方向）に沿って低摩擦で摺動可能とされている。これにより、ガイドレール 50 及びこれに係合したスライダ 52 は X リニアガイド機構 54 を構成し、この X リニアガイド機構 54 は、上側キャリアプレート 26 を低抵抗で X 方向に沿って直線的に移動可能とする。

【0029】

図 1 に示されるように、三次元位置決め装置 10 には、一方の長辺縁部 48 上に X リニアフィード機構 56 が配置されている。この X リニアフィード機構 56 は、レールベース 16 上に配置された Y リニアフィード機構 32 と同様に、細長い棒状に形成されたスクリュウ軸 58、このスクリュウ軸 58 の先端部を軸支する軸受部材 60 及び、スクリュウ軸 58 の基端部に同軸的に連結されたサーボモータ 62 を備えている。

【0030】

軸受部材 60 及びサーボモータ 62 は、それぞれ長辺縁部 48 上に固定されており、スクリュウ軸 58 は、軸受部材 60 及びサーボモータ 62 を介して長辺縁部 48 上に支持されている。ここで、スクリュウ軸 58 は、その軸心が装置の X 方向と一致するように支持されている。またスクリュウ軸 58 の外周面には螺旋状に延在するスクリュウ溝（図示省

10

20

30

40

50

略)が形成されている。

【0031】

図1に示されるように、Xリニアフィード機構56は、上側キャリアプレート26の側端部に固定されたボールナット64を備えている。ボールナット64には、X方向へ貫通する挿通穴66が穿設されており、この挿通穴66の内周面には、スクリュー軸58のスクリュー溝に対応する複数個のボール(図示省略)がそれぞれ回転可能に配設されている。Xリニアフィード機構56では、スクリュー軸58がボールナット64の挿通穴66を挿通すると共に、ボールナット64内のボールがスクリュー溝に係合している。

【0032】

これにより、スクリュー軸58がボールナット64に対して相対的に回転可能になると共に、サーボモータ62からのトルクによりスクリュー軸58がボールナット64に対して相対回転すると、ボールナット64がX方向に沿ってスクリュー軸58の回転方向に対応する方向(X方向に沿った前進方向又は後退方向)へ回転量に対応する距離だけ移動し、このボールナット64と一体となって上側キャリアプレート26もX方向に沿って進退する。前述したように、サーボ駆動系の駆動制御部(図示省略)は、原子間力顕微鏡の制御部から入力する制御信号に従って、サーボモータ62の回転方向及び回転量をそれぞれ制御する。

【0033】

図1に示されるように、上側キャリアプレート26には、その中央部にZ軸方向へ貫通する略長方形の開口部68が形成されている。この開口部68は、その長手方向がY方向と一致している。これにより、上側キャリアプレート26も、下側キャリアプレート24と同様に全体として矩形棒状に形成され、Y方向に沿った両端部にそれぞれX方向へ延在する短辺縁部70、71が形成されると共に、X方向に沿った両端部にY方向へ延在する長辺縁部72、73が形成される。ここで、一方の短辺縁部70には、Xリニアフィード機構56のボールナット64が連結固定されている。

【0034】

XYテーブル22では、上側キャリアプレート26がXリニアガイド機構54により制限される可動範囲内で任意の位置にあり、かつ上側キャリアプレート26がYリニアガイド機構30により制限される可動範囲内で任意の位置にある状態で、上側キャリアプレート26の開口部68が常に下側キャリアプレート24の開口部44と基準平面14上で重なり合う。

【0035】

図4に示されるように、XYテーブル22は、上側キャリアプレート26の下側に配置されるテーブルフレーム75及び、このテーブルフレーム75の下端部に連結される肉厚プレート状のガイドプレート78を備えている。テーブルフレーム75は、全体として肉厚の角筒状に形成されており、その内周側にZ方向へ貫通する収納空間80が形成されており、この収納空間80内には、後述するZテーブル82に対するZリニアフィード機構84が格納される。

【0036】

図5に示されるように、テーブルフレーム75には、外周側に角筒状の上側フレーム部76が設けられると共に、この上側フレーム部76の内周側に下側フレーム部77が設けられている。上側フレーム部76は、その上端部が上側キャリアプレート26の下端面に突き当てられた状態で、上側キャリアプレート26に連結固定されている。このとき、テーブルフレーム75の収納空間80は、上側キャリアプレート26の開口部68を通して装置上方の空間に連通する。ガイドプレート78は、その上面側を下側フレーム部77の下端部に突き当てた状態で固定されている。これにより、収納空間80の下端側(開口端)がガイドプレート78により閉塞される。

【0037】

テーブルフレーム75には、上側フレーム部76の内周部と下側フレーム部77の外周部との間に直動軸受142が配置されている。この直動軸受142は、図4に示されるよ

10

20

30

40

50

うに、下側フレーム部 77 に固定されるガイドレール 144 及び、上側フレーム部 76 に固定されるスライダ 146 を備えている。ガイドレール 144 は Z 方向に沿って直線的に延在しており、スライダ 146 はガイドレール 144 に係合している。

【0038】

ここで、スライダ 146 の内側には、複数のボール、コロ等の転動部材（図示省略）がそれぞれ転動可能に配置されており、スライダ 146 は、転動部材を介して低摩擦でガイドレール 144 に沿って摺動可能とされている。これにより、上側フレーム部 76 は、直動軸受 142 及び下側フレーム部 77 を介し、ガイドプレート 78 に対して Z 方向へ相対的に移動可能となるように連結される。

【0039】

三次元位置決め装置 10 は、収納空間 80 の上端側（開口端）に面して配置される Z テーブル 82、この Z テーブル 82 を Z 方向に沿って移動可能に支持すると共に、Z テーブル 82 を Z 方向に沿って任意の位置へ移動させる Z リニアフィード機構 84 を備えている。Z テーブル 82 は、図 1 に示されるように、平面視にて、開口部 68 の内周側に配置されており、この開口部 68 を通って Z テーブル 82 の上方まで移動（上昇）可能とされている。ここで、Z テーブル 82 上には、図 1 に示されるように、円形プレート状の試料台 83 が固定されており、この試料台 83 上には観察試料が装填される。

【0040】

Z リニアフィード機構 84 は、Z テーブル 82 の下面側に固定される昇降ブロック 86 及び、この昇降ブロック 86 の下側に配置されるスライドブロック 100 を備えている。昇降ブロック 86 は、Z - Y 平面に沿った断面形状が略直角三角形とされており、昇降ブロック 86 には、Z - Y 平面に沿った略直角三角形の断面における底辺、短辺及び斜辺にそれぞれ対応する頂面部 88、側面部 90 及び斜面部 92 が形成されている。

【0041】

昇降ブロック 86 は、その頂面部 88 が Z テーブル 82 の下面側へ突き当てられた状態で、Z テーブル 82 に固定されている。また昇降ブロック 86 は、その側面部 90 が Z 方向と平行に延在しており、この側面部 90 には、ブラケット 94 を介してスライダ 96 が固定されている。

一方、ガイドプレート 78 の上端面には側面部 90 に面してガイドレール 98 が立設されている。このガイドレール 98 は Z 方向に沿って直線的に延在する細長い角柱状に形成されており、このガイドレール 98 には、昇降ブロック 86 のスライダ 96 が摺動可能に係合している。これにより、昇降ブロック 86 は、ガイドレール 98 及びスライダ 96 により移動方向が Z 方向のみに制限される。

【0042】

図 4 に示されるように、スライドブロック 100 も、その Z - Y 平面に沿った断面形状が略直角三角形とされている。スライドブロック 100 には、Z - Y 平面に沿った略直角三角形の断面における底辺、短辺及び斜辺にそれぞれ対応する摺動面部 102、ストッパ面部 104 及び斜面部 106 がそれぞれ形成されている。ここで、スライドブロック 100 の摺動面 102 には、低摩擦材料からなる軸受部材 103（図 5（A）参照）が配置されており、スライドブロック 100 は、摺動面 102 の軸受部材 103 を介してガイドプレート 78 の上端面に摺動可能に載置されている。

【0043】

スライドブロック 100 は、その斜面部 106 を昇降ブロック 86 の斜面部 92 に正対させており、これらの斜面部 92、106 の間には、直動軸受 108 が介装されている。この直動軸受 108 は斜面部 92、106 の間に一定幅の隙間を形成している。直動軸受 108 はガイドフレーム 110 及びスライダ 112 を備えており、ガイドフレーム 110 は、昇降ブロック 86 の斜面部 92 にボルト等により締結固定されている。ガイドフレーム 110 には、斜面部 92 の傾斜方向（図 4 の矢印 S 方向）と平行に延在するガイド溝 114 が形成されており、このガイド溝 114 は、平面視では、その長手方向が Y 方向と平行に延在している。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

一方、スライダ 1 1 2 は、スライドブロック 1 0 0 の斜面部 1 0 6 にボルト等により締結固定されており、ガイドフレーム 1 1 0 のガイド溝 1 1 4 に係合している。ガイドフレーム 1 1 0 は、ガイド溝 1 1 4 内に複数個のボール、ころ等の転動部材を回動可能に保持しており、これらの転動部材を介してスライダ 1 1 2 に接している。これにより、スライダ 1 1 2 及びガイドフレーム 1 1 0 は、斜面部 9 2、1 0 6 の傾斜方向 S に沿って相対的に摺動可能になり、スライダ 1 1 2 に連結されたスライドブロック 1 0 0 は、その移動方向が Y 方向のみに制限される。

【 0 0 4 5 】

また、昇降ブロック 8 6 は、複数個のコイルスプリング（図示省略）によりガイドプレート 7 8 に連結されており、これらのコイルスプリングは、常に昇降ブロック 8 6 をガイドプレート 7 8 側へ付勢している。これにより、直動軸受 1 0 8 におけるガイドフレーム 1 1 0 とスライダ 1 1 2 との間に隙間（ガタ）が発生しなくなるので、直動軸受 1 0 8 のガタにより昇降ブロック 8 6 及び Z テーブル 8 2 が Z 方向へ変移することが確実に防止される。

【 0 0 4 6 】

Z テーブル 8 2 の下面側には、Y 方向に沿って昇降ブロック 8 6 に隣接するようにストッパプレート 1 1 6 が固定されている。このストッパプレート 1 1 6 は、その先端側を Y 方向に沿ってスライドブロック 1 0 0 のストッパ面部 1 0 4 に対向させており、スライドブロック 1 0 0 が Y 方向に沿って所定の下限対応位置まで後退すると、ストッパ面部 1 0 4 に当接してスライドブロック 1 0 0 の後退方向（図 4 では、左方向）への移動を制限する。

【 0 0 4 7 】

また、スライドブロック 1 0 0 の斜面部 1 0 6 には、その上端側の端部付近にストッパボルト 1 1 8 が挟み込み固定されている。このストッパボルト 1 1 8 は、斜面部 1 0 6 の傾斜方向 S に沿ってガイドフレーム 1 1 0 の上側の端面に対向しており、スライドブロック 1 0 0 が Y 方向に沿って所定の上限対応位置まで前進すると、ガイドフレーム 1 1 0 に当接してスライドブロック 1 0 0 の前進方向（図 4 では、右方向）への移動を制限する。

【 0 0 4 8 】

図 4 に示されるように、スライドブロック 1 0 0 には、Y 方向に沿った一端側のストッパ面部 1 0 4 から他端側へ向かって延在する切欠部 1 2 0 が形成されている。この切欠部 1 2 0 は、一端側（図 4 では、左端側）がストッパ面部 1 0 4 に開口し、このストッパ面部 1 0 4 からスライドブロック 1 0 0 の中間部まで直線的に延在している。また切欠部 1 2 0 は、その下端側が摺動面 1 0 2 に開口している。

【 0 0 4 9 】

Z リニアフィード機構 8 4 は、切欠部 1 2 0 内における一端部付近に固定されるボールナット 1 2 2 及び、切欠部 1 2 0 内における奥側の端部に固定された軸受部材 1 2 3 を備えている。このボールナット 1 2 2 には、Y 方向へ貫通する挿通穴 1 2 4 が穿設されており、この挿通穴 1 2 4 の内周面には複数個のボール（図示省略）が転動可能に配設されている。また、Z リニアフィード機構 8 4 は、細長い棒状に形成されたスクリュー軸 1 2 6 及び、このスクリュー軸 1 2 6 の基端部に同軸的に連結されたサーボモータ 1 2 8 を備えている。

【 0 0 5 0 】

スクリュー軸 1 2 6 には、その外周面に螺旋状に延在するスクリュー溝（図示省略）が形成されており、スクリュー軸 1 2 6 は、ボールナット 1 2 2 の挿通穴 1 2 4 を挿通すると共に、先端部が軸受部材 1 2 3 により軸支されている。スクリュー軸 1 2 6 のスクリュー溝には、ボールナット 1 2 2 のボールが転動可能に係合している。これにより、スクリュー軸 1 2 6 は、ボールナット 1 2 2 に対して回動可能に連結される。

【 0 0 5 1 】

また、サーボモータ 1 2 8 は、ガイドプレート 7 8 上に固定されており、その駆動軸が

10

20

30

40

50

カップリング（図示省略）を介してスクリー軸 126 に連結されている。これにより、サーボモータ 128 からのトルクによりスクリー軸 126 がボールナット 122 に対して相対回転すると、ボールナット 122 が Y 方向に沿ってスクリー軸 126 の回転方向に対応する方向（Y 方向に沿った前進方向又は後退方向）へ回転量に対応する距離だけ移動し、このボールナット 122 と一体となってスライドブロック 100 も Y 方向に沿って進退する。

【0052】

Z リニアフィード機構 84 では、スライドブロック 100 が Y 方向に沿って前進すると、一对の斜面部 92、106 間に配置された直動軸受 108 のガイドフレーム 110 とスライダ 112 とが傾斜方向 S に沿って互いに摺動すると共に、直動軸受 108 が発生する Z 方向に沿って上方へ向かう分力を発生させる。これにより、昇降ブロック 86 は、スライドブロック 100 の前進方向への移動量に対応する距離だけ Z 方向に沿って上方へ移動する。このとき、スライドブロック 100 が Y 方向に沿って上限対応位置まで前進すると、昇降ブロック 86 は図 4 の 2 点鎖線で示される上限位置まで上昇する。

10

【0053】

Z リニアフィード機構 84 では、スライドブロック 100 が Y 方向に沿って後退すると、直動軸受 108 のガイドフレーム 110 とスライダ 112 とが傾斜方向 S に沿って互いに摺動すると共に、直動軸受 108 が Z 方向に沿って下方へ向かう分力を発生する。これにより、昇降ブロック 86 は、スライドブロック 100 の後退方向への移動量に対応する距離だけ Z 方向に沿って上方へ移動する。このとき、スライドブロック 100 が Y 方向に沿って下限対応位置まで後退すると、昇降ブロック 86 は図 4 の実線で示される下限位置まで下降する。

20

【0054】

ここで、昇降ブロック 86 に Z テーブル 82 が固定されていることから、Z テーブル 82 は、スライドブロック 100 を進退させることにより、昇降ブロック 86 と一体となって Z 方向へ移動（昇降）し、Z 方向へ所望の位置へ位置調整することが可能になっている。

また、Z リニアフィード機構 84 では、斜面部 92、106 の Y 方向に対する傾斜角 θ （図 4 参照）を適宜設定することにより、スライドブロック 100 の移動量に対する Z テーブル 82 の昇降量の比が設定可能になる。すなわち、傾斜角 θ を小さく設定するに従って、スライドブロック 100 の単位移動量に対する Z テーブル 82 の昇降量を小さいものにすることができ、また傾斜角 θ を小さく設定するに従って、スライドブロック 100 の単位移動量に対する Z テーブル 82 の昇降量を大きいものにすることができる。

30

【0055】

この結果、サーボモータ 128 に内蔵されたギヤ列機構の減速比を変更したり、サーボモータ 128 に新たにギヤ列機構等の減速機構を追加することなく、スライドブロック 100 の移動量に対する Z テーブル 82 の昇降量の比を所望の値に設定することが可能になる。特に、Z テーブル 82 の昇降量に対する制御分解能の要求に応じて、傾斜角 θ を十分に小さく設定することより、サーボモータ 128 の単位作動量（回転量）を十分に小さくできない場合でも、Z テーブル 82 の昇降量に対する分解能を十分に高いものにできるので、Z テーブル 82 の Z 方向に沿った位置制御を極めて高い精度で行うことができる。

40

【0056】

図 4 に示されるように、ガイドプレート 78 には、その下端面に複数個の静圧パッド 130 が配置されると共に、複数個の静圧パッド 130 にそれぞれ連通する空気供給路 132 が設けられている。空気供給路 132 は、その基端部がガイドプレート 78 の側端面に開口しており、この空気供給路 132 の開口端には、ニップル 136 を介して圧力配管 138 が接続されている。この圧力配管 138 は、その基端部が工場、研究所等の施設に設置された施設配管等の圧縮空気の供給設備（図示省略）に接続されており、この供給設備から供給される圧縮空気を空気供給路 132 に供給する。

【0057】

50

なお、圧力配管 138 の途中には、圧縮空気の供給及び供給停止を制御するための電磁開閉弁 140 が配置されると共に、この電磁開閉弁 140 に対して上流側に減圧弁、アキュムレータ等の圧縮空気を定圧化するための圧力制御機器が必要に応じて配置される。また、圧力配管には、その基端側に相対的に内径が大きい本管部が設けられると共に、この本管部から複数個の静圧パッド 130 にそれぞれ分岐する細径の枝管部が設けられている。ここで、複数本の枝管部は、その路長が互いに略等しいものになっており、これにより、枝管部における圧力損失により各静圧パッド 130 供給される圧縮空気の圧力が変化することが防止されている。

【0058】

図 1 に示されるように、静圧パッド 130 は、厚さが略一定とされた矩形プレート状に形成されており、図 4 に示されるように、ガイドプレート 78 の下端面に矩形凹状に形成された嵌挿凹部 79 内に嵌挿された状態で固定されている。ここで、嵌挿凹部 79 の深さは、静圧パッド 130 の厚さよりも僅かに小さくなっている。これにより、静圧パッド 130 は、その下端側をガイドプレート 78 の下端面から僅かに突出させている。静圧パッド 130 には、その中心部に内径一定の給気孔 131 が穿設されており、所謂、自成絞り型のものであるとして構成されている。

【0059】

図 1 に示されるように、ガイドプレート 78 には、複数個（本実施形態では、6 個）の静圧パッド 130 が固定されているが、これら複数個の静圧パッド 130 は、Z テーブル 82 が搭載されたガイドプレート 78 の力学的な重心点に対し、互いに対称的な位置関係となるように配置されている。これにより、複数個の静圧パッド 130 からそれぞれ供給される圧縮空気の圧力（静圧）がガイドプレート 78 に対して Y 軸及び X 軸回りのモーメントが発生しなくなり、このようなモーメントによりガイドプレート 78 が基準平面 14 に対して傾くことが防止される。

【0060】

三次元位置決め装置 10 の駆動制御部は、Y リニアフィード機構 32 及び X リニアフィード機構 56 の作動時に、電磁開閉弁 140 を開状態とし、圧力配管 138 及び空気供給路 132 を通して複数個の静圧パッド 130 にそれぞれ圧縮空気を供給する。これにより、各静圧パッド 130 の給気孔 131 からガイドプレート 78 の下端面と基準平面 14 との間に圧縮空気が供給されて空気層が形成される。すなわち、ガイドプレート 78 及び、Z リニアフィード機構 84 を介してガイドプレート 78 に搭載された Z テーブル 82 は、空気層を介して定盤 12 の基準平面 14 から浮上した状態に保持される。

【0061】

図 5 (A) に示されるように、三次元位置決め装置 10 は、ガイドプレート 78 の上面部と X Y テーブル 22 における上側キャリアプレート 26 の下面部との間（隙間内）に配置される複数個のコイルスプリング 150（図 5 (A) では、1 個のコイルスプリング 150 のみを示す。）を備えている。

複数個のコイルスプリング 150 は、静圧パッド 130 と同様に、Z テーブル 82 が搭載されたガイドプレート 78 の力学的な重心点に対して互いに対称的な位置関係となるように配置されている。これにより、複数個のコイルスプリング 150 がそれぞれ発生する復元力によりガイドプレート 78 に対して Y 軸及び X 軸回りのモーメントが発生しなくなり、このようなモーメントによりガイドプレート 78 が基準平面 14 に対して傾くことが防止される。

【0062】

上側キャリアプレート 26 の下面部における外周側には、円板状の座受部材 152 が固着されており、この座受部材 152 の下面中心部には、Z 方向に沿って下方へ突出する突起状の嵌挿部 156 が一体的に形成されている。一方、ガイドプレート 78 の上面部における外周側にも、X - Y 平面上にて座受部材 152 と一致するように、円板状の座受部材 154 が固着されており、この座受部材 154 の上面中心部には、Z 方向に沿って上方へ突出する突起状の嵌挿部 158 が一体的に形成されている。

【 0 0 6 3 】

図 5 (A) に示されるように、コイルスプリング 1 5 0 は、所定量圧縮された状態で一对の座受部材 1 5 2、1 5 4 の間に介装されている。このとき、座受部材 1 5 2、1 5 4 は、嵌挿部 1 5 6、1 5 8 をそれぞれコイルスプリング 1 5 0 の内周側へ嵌挿している。これにより、コイルスプリング 1 5 0 は圧縮スプリングとして構成され、その復元力によりガイドプレート 7 8 を定盤 1 2 の基準平面 1 4 側へ付勢する。すなわち、複数個のコイルスプリング 1 5 0 は、圧縮空気の静圧により浮上したガイドプレート 7 8 に対して反浮上力 F を作用させる。

【 0 0 6 4 】

但し、複数個のコイルスプリング 1 5 0 が発生する反浮上力 F は、複数個の静圧パッド 1 3 0 からそれぞれ供給される圧縮空気により生じるガイドプレート 7 8 の浮上力よりも、常に小さくなるように設定される。

図 6 (A) に示されるように、三次元位置決め装置 1 0 は、ガイドプレート 7 8 の上面部と X Y テーブル 2 2 における上側キャリアプレート 2 6 の下面部との間に配置される複数個のメッカロック機構 1 6 0 (図 6 (A) では、1 個のメッカロック機構 1 6 0 のみを示す。) を備えている。

【 0 0 6 5 】

複数個のコイルスプリング 1 5 0 は、好ましくは、Z テーブル 8 2 が搭載されたガイドプレート 7 8 の力学的な重心点に対して互いに対称的な位置関係となるように配置されるが、コイルスプリング 1 5 0 と異なり、概略的に重心点に対して対称的に配置されていれば良い。またガイドプレート 7 8 と上側キャリアプレート 2 6 との間には、少なくとも 2 個のメッカロック機構 1 6 0 が設置され、好ましくは、重心的を中心とする周方向に沿って、概ね 1 2 0 ° 又は 9 0 ° のピッチで、3 個又は 2 個のメッカロック機構 1 6 0 が設置される。

【 0 0 6 6 】

メッカロック機構 1 6 0 は、上側キャリアプレート 2 6 の下面部における外周側に固定されるストッパレバー 1 6 2 及び、ガイドプレート 7 8 の上面部における外周側に固定されるロックレバー 1 6 4 を備えている。ストッパレバー 1 6 2 には、その下端部に Y 方向又は X 方向に沿って一方向へ突出するストッパ部 1 6 6 が一体的に形成されている。

一方、ロックレバー 1 6 4 の上端部には、ストッパレバー 1 6 2 には、その下端部及び中間部にそれぞれストッパ部 1 6 6 とは反対側へ突出する上側ロック部 1 6 8 及び下側ロック部 1 7 0 が一体的に形成されている。ここで、上側ロック部 1 6 8 と下側ロック部 1 7 0 との間には、Z 方向に沿って所定幅 G の制限溝 1 7 2 が矩形凹状に形成されている。

【 0 0 6 7 】

ストッパレバー 1 6 2 は、そのストッパ部 1 6 6 を制限溝 1 7 2 内に挿入しており、ストッパ部 1 6 6 の Z 方向に沿った寸法 T は、幅 G よりも所定長だけ小さくなっている。

メッカロック機構 1 6 0 では、図 6 (A) に示されるように、ガイドプレート 7 8 が基準平面 1 4 から、装置設計上、予め設定された浮上量 R だけ浮上している状態で、ストッパ部 1 6 6 の上端と上側ロック部 1 6 8 との間及びストッパ部 1 6 6 の下端と下側ロック部 1 7 0 との間にそれぞれ互いに等しい隙間が形成される。これにより、ガイドプレート 7 8 が基準平面 1 4 から浮上量 R だけ浮上しているときに、その位置からのガイドプレート 7 8 の Z 方向に沿った変移量 (上昇量及び下降量) がそれぞれ $(G - R) / 2$ の可動範囲内に確実に制限される。

【 0 0 6 8 】

なお、ロックレバー 1 6 4 としては、図 6 (B) に示されるように、上側ロック部 1 6 8 及び下側ロック部 1 7 0 にそれぞれ調整ねじ 1 7 4 及びロックナット 1 7 6 が配置されたものを用いても良い。

すなわち、上側ロック部 1 6 8 及び下側ロック部 1 7 0 には、それぞれ Z 方向へ貫通するねじ穴 1 7 8、1 8 0 が穿設されており、これらのねじ穴 1 7 8、1 8 0 には、それぞれ調整ねじ 1 7 4 が上側ロック部 1 6 8 の上方及び下側ロック部 1 7 0 の下方から挟み込

10

20

30

40

50

まれている。

【0069】

ここで、調整ねじ174の先端部は略半球状に加工されている。また、一对の調整ねじ174には、それぞれ基端側からロックナット176が挟み込まれている。これらのロックナット176を上側ロック部168の上端面及び下側ロック部170の下端面に圧接させると共に、所定の締結トルクでロックナット176を締め付けることにより、調整ねじ174の上側ロック部168及び下側ロック部170に対するZ方向の変移を確実に阻止できる。また、ロックナット176を緩めることにより、調整ねじ174が回転可能になる。

【0070】

従って、図6に示されるロックレバー164を用いた場合には、調整ねじ174を上側ロック部168及び下側ロック部170に対する挟み込み量を調整することにより、一对の調整ねじ174の先端部のZ方向に沿った位置が調整可能になるので、一对の調整ねじ174の先端間に形成される制限溝173のZ方向に沿った位置及び、幅Gがそれぞれ調製可能になる。

【0071】

この結果、三次元位置決め装置10において、ガイドプレート78の浮上量Rの設定が変更される場合や、ガイドプレート78の上昇量及び下降量の可動範囲の設定が変更される場合にも、一对の調整ねじ174の上側ロック部168及び下側ロック部170に対する挟み込み量を調整するだけで、制限溝172のZ方向に沿った位置及び、幅Gをそれぞれ調製できるので、浮上量Rの設定変更及びガイドプレート78の上昇量及び下降量の設定変更にも簡単に対応できるようになる。

【0072】

以上説明した本実施形態に係る三次元位置決め装置10では、浮上バランス手段として構成された複数個のコイルスプリング150が、静圧パッド130を通して供給される圧縮空気によりガイドプレート78に生じる浮上力よりも、小さい反浮上力Fによりガイドプレート78を定盤12の基準平面14側へ付勢することにより、このような反浮上力Fがガイドプレート78に作用しない場合と比較して、定盤12の基準平面14からのガイドプレート78の浮上量Rを反浮上力Fの大きさに応じて減少させると共に、ガイドプレート78と基準平面14との間に形成された空気層（空気軸受）をZ軸方向に沿って圧縮し、この空気軸受のZ軸方向に沿った剛性を高めることができる。

この結果、外部からガイドプレート78にZ軸方向に沿った外力が作用した場合及び、静圧パッド130を通して供給される圧縮空気の圧力が変動した場合にも、ガイドプレート78に搭載されたZテーブル82のZ軸方向に沿った浮上量の変化を小さくできる。

【0073】

また三次元位置決め装置10では、複数個のコイルスプリング150がそれぞれガイドプレート78とXYテーブル22における上側キャリアプレート26との隙間内に配置されていることから、複数個のコイルスプリング150の設置に伴って、装置寸法がZ軸方向へ増大することを防止できる。

従って、本実施形態に係る三次元位置決め装置10によれば、装置寸法を拡大することなく、Zテーブル82が搭載されたガイドプレート78の基準平面14からの浮上量が圧縮空気の圧力変動やガイドプレート78に作用する外力等の外乱の影響により変化することを効果的に抑制できる。

【0074】

（浮上バランス手段の変形例）

次に、ガイドプレート78に対する浮上バランス手段の変形例について説明する。

図5（B）には、本実施形態に係る三次元位置決め装置10における浮上バランス手段の第1変形例が示されている。この第1変形例に係る浮上バランス手段は、ガイドプレート78の上面部とXYテーブル22における上側キャリアプレート26の下面部との間（隙間内）に配置される複数個のコイルスプリング182（図5（B）では、1個のコイル

10

20

30

40

50

スプリング 182 のみを示す。)、コイルスプリング 182 の下端部を上側キャリアプレート 26 に連結する上側ブラケット 184 及び、コイルスプリング 182 の上端部をガイドプレート 78 に連結する下側ブラケット 186 を備えている。

【0075】

複数個のコイルスプリング 182 は、図 5 (A) に示されるコイルスプリング 150 と同様に、ガイドプレート 78 の力学的な重心点に対して互いに対称的な位置関係となるように配置されている。これにより、複数個のコイルスプリング 182 がそれぞれ発生する復元力によりガイドプレート 78 に対して Y 軸及び X 軸回りのモーメントが発生しなくなり、このようなモーメントによりガイドプレート 78 が基準平面 14 に対して傾くことが防止される。

10

【0076】

上側キャリアプレート 26 の下面部における外周側には、上側ブラケット 184 の上端部が連結固定されており、この上側ブラケット 184 の下端部には、Y 方向又は X 方向に沿ってガイドプレート 78 の中心側へ突出する屈曲部 188 が形成されると共に、この屈曲部 188 の上面側には円柱状に形成された嵌挿部 190 が一体的に形成されている。

一方、ガイドプレート 78 の上面部における外周側にも、下側ブラケット 186 の下端部が連結固定されており、この下側ブラケット 186 の上端部には、上側ブラケット 184 の屈曲部 188 とは反対方向へ突出する屈曲部 192 が形成されると共に、この屈曲部 192 の下面側には円柱状に形成された嵌挿部 194 が一体的に形成されている。ここで、嵌挿部 194 と嵌挿部 190 とは X - Y 平面上で同一位置にある。

20

【0077】

コイルスプリング 182 は、所定量圧縮された状態で上側ブラケット 184 の屈曲部 188 と下側ブラケット 186 の屈曲部 192 の間に介装されている。このとき、上側ブラケット 184 及び下側ブラケット 186 は、その嵌挿部 190、194 をそれぞれコイルスプリング 182 の内周側へ嵌挿している。これにより、コイルスプリング 182 は引張り圧縮スプリングとして構成され、その復元力によりガイドプレート 78 を定盤 12 の基準平面 14 側へ付勢する。すなわち、複数個のコイルスプリング 182 は、圧縮空気の静圧により浮上したガイドプレート 78 に対して反浮上力 F1 を作用させる。

但し、複数個のコイルスプリング 182 が発生する反浮上力 F1 は、複数個の静圧パッド 130 からそれぞれ供給される圧縮空気により生じるガイドプレート 78 の浮上力よりも、常に小さくなるように設定される。

30

【0078】

以上説明した第 1 変形例に係る浮上バランス手段を三次元位置決め装置 10 に設置した場合にも、複数個のコイルスプリング 182 が、静圧パッド 130 を通して供給される圧縮空気によりガイドプレート 78 に生じる浮上力よりも、小さい反浮上力 F1 によりガイドプレート 78 を定盤 12 の基準平面 14 側へ付勢することにより、このような反浮上力 F1 がガイドプレート 78 に作用しない場合と比較して、定盤 12 の基準平面 14 からのガイドプレート 78 の浮上量 R を反浮上力 F の大きさに応じて減少させると共に、ガイドプレート 78 と基準平面 14 との間に形成された空気層 (空気軸受) を Z 軸方向に沿って圧縮し、この空気軸受の Z 軸方向に沿った剛性を高めることができるので、ガイドプレート 78 に搭載された Z テーブル 82 の Z 軸方向に沿った浮上量の変化を小さくできる。

40

【0079】

また複数個のコイルスプリング 182、上側ブラケット 184 及び下側ブラケット 186 がそれぞれガイドプレート 78 と X Y テーブル 22 における上側キャリアプレート 26 との隙間内に配置されていることから、浮上バランス手段の設置に伴って、装置寸法が Z 軸方向へ増大することも防止できる。

図 7 (A) には、本実施形態に係る三次元位置決め装置 10 における浮上バランス手段の第 2 変形例が示されている。この第 2 の変形例に係る浮上バランス手段は、ガイドプレート 78 の上面部と X Y テーブル 22 における上側キャリアプレート 26 の下面部との間 (隙間内) に配置される一対一組の永久磁石 196、198 及び、上側の永久磁石 196

50

を上側キャリアプレート 26 に連結するスペーサ 200 を備えている。

【0080】

ここで、一对の永久磁石 196、198 及びスペーサ 200 は、ガイドプレート 78 と上側キャリアプレート 26 との間に複数組、設置されている。具体的には、複数組の永久磁石 196、198 は、図 5 (A) に示されるコイルスプリング 150 と同様に、ガイドプレート 78 の力学的な重心点に対して互いに対称的な位置関係となるように配置されている。これにより、複数組の永久磁石 196、198 がそれぞれ発生する磁気反発力によりガイドプレート 78 に対して Y 軸及び X 軸回りのモーメントが発生しなくなり、モーメントによりガイドプレート 78 が基準平面 14 に対して傾くことが防止される。

【0081】

上側キャリアプレート 26 の下面部における外周側には、柱状のスペーサ 200 の上端面が固着されており、このスペーサ 200 の下端面には、ブロック状の永久磁石 196 が固着されている。一方、ガイドプレート 78 の上面部における外周側には永久磁石 198 が直接的に固着されている。また永久磁石 196、198 は、それぞれ Z 方向に沿った一端面の極性が N 極及び S 極の一方とされると共に、他端面の極性が N 極及び S 極の他方とされている。

【0082】

ここで、永久磁石 196 と永久磁石 198 とは X - Y 平面上で同一位置にある。また、永久磁石 196 と永久磁石 198 とは、互いに同一極性同士の端面を所定の間隔を空けて対向させている。これにより、永久磁石 196 と永久磁石 198 との間には磁気反発力が発生し、この磁気反発力はガイドプレート 78 を定盤 12 の基準平面 14 側へ付勢する。すなわち、一对の永久磁石 196、198 は、圧縮空気の静圧により浮上したガイドプレート 78 に対して磁気反発力を反浮上力 F2 として作用させる。

但し、複数組の永久磁石 196、198 が発生する反浮上力 F2 は、複数個の静圧パッド 130 からそれぞれ供給される圧縮空気により生じるガイドプレート 78 の浮上力よりも、常に小さくなるように設定される。

【0083】

以上説明した第 2 変形例に係る浮上バランス手段を三次元位置決め装置 10 に設置した場合にも、複数組の永久磁石 196、198 が、静圧パッド 130 を通して供給される圧縮空気によりガイドプレート 78 に生じる浮上力よりも、小さい反浮上力 F2 によりガイドプレート 78 を定盤 12 の基準平面 14 側へ付勢することにより、このような反浮上力 F2 がガイドプレート 78 に作用しない場合と比較して、定盤 12 の基準平面 14 からのガイドプレート 78 の浮上量 R を反浮上力 F の大きさに応じて減少させると共に、ガイドプレート 78 と基準平面 14 との間に形成された空気層 (空気軸受) を Z 軸方向に沿って圧縮し、この空気軸受の Z 軸方向に沿った剛性を高めることができるので、ガイドプレート 78 に搭載された Z テーブル 82 の Z 軸方向に沿った浮上量の変化を小さくできる。

【0084】

また複数組の永久磁石 196、198 及びスペーサ 200 がそれぞれガイドプレート 78 と X Y テーブル 22 における上側キャリアプレート 26 との隙間内に配置されていることから、浮上バランス手段の設置に伴って、装置寸法が Z 軸方向へ増大することも防止できる。

図 7 (B) には、本実施形態に係る三次元位置決め装置 10 における浮上バランス手段の第 3 変形例が示されている。この第 3 の変形例に係る浮上バランス手段は、ガイドプレート 78 の上面部と X Y テーブル 22 における上側キャリアプレート 26 の下面部との間 (隙間内) に配置される一対一組の永久磁石 202、204、永久磁石 202 を上側キャリアプレート 26 に連結する上側ブラケット 206 及び、永久磁石 204 をガイドプレート 78 に連結する下側ブラケット 208 を備えている。

【0085】

ここで、一对の永久磁石 202、204 及びブラケット 206、208 は、ガイドプレート 78 と上側キャリアプレート 26 との間に複数組、設置されている。具体的には、複

10

20

30

40

50

数組の永久磁石 202、204 は、図 5 (A) に示されるコイルスプリング 150 と同様に、ガイドプレート 78 の力学的な重心点に対して互いに対称的な位置関係となるように配置されている。これにより、複数組の永久磁石 202、204 がそれぞれ発生する磁気吸引力によりガイドプレート 78 に対して Y 軸及び X 軸回りのモーメントが発生しなくなり、モーメントによりガイドプレート 78 が基準平面 14 に対して傾くことが防止される。

上側キャリアプレート 26 の下面部における外周側には、上側ブラケット 206 の上端部が連結固定されており、この上側ブラケット 206 の下端部には、Y 方向又は X 方向に沿ってガイドプレート 78 の中心側へ突出する屈曲部 210 が形成されている。

【0086】

10

一方、ガイドプレート 78 の上面部における外周側にも、下側ブラケット 208 の下端部が連結固定されており、この下側ブラケット 208 の上端部には、上側ブラケット 206 の屈曲部 210 とは反対方向へ突出する屈曲部 212 が形成されている。ここで、屈曲部 210 と屈曲部 212 とは X - Y 平面上で同一位置にある。

上側ブラケット 206 には、その屈曲部 210 の上面側に永久磁石 202 が固着されており、下側ブラケット 208 には、その屈曲部 212 の下面側に永久磁石 204 が固着されている。また永久磁石 202、204 は、それぞれ Z 方向に沿った一端面の極性が N 極及び S 極の一方とされると共に、他端面の極性が N 極及び S 極の他方とされている。

【0087】

20

ここで、永久磁石 202 と永久磁石 204 とは X - Y 平面上で同一位置にある。また、永久磁石 202 と永久磁石 204 とは、互いに極性が反対となる端面同士を所定の間隔を空けて対向させている。これにより、永久磁石 202 と永久磁石 204 との間には磁気吸引力が発生し、この磁気吸引力はガイドプレート 78 を定盤 12 の基準平面 14 側へ付勢する。すなわち、一对の永久磁石 202、204 は、圧縮空気の静圧により浮上したガイドプレート 78 に対して磁気反発力を反浮上力 F3 として作用させる。

但し、複数組の永久磁石 202、204 が発生する反浮上力 F3 は、複数個の静圧パッド 130 からそれぞれ供給される圧縮空気により生じるガイドプレート 78 の浮上力よりも、常に小さくなるように設定される。

【0088】

30

以上説明した第 3 変形例に係る浮上バランス手段を三次元位置決め装置 10 に設置した場合にも、複数組の永久磁石 202、204 が、静圧パッド 130 を通して供給される圧縮空気によりガイドプレート 78 に生じる浮上力よりも、小さい反浮上力 F3 によりガイドプレート 78 を定盤 12 の基準平面 14 側へ付勢することにより、このような反浮上力 F3 がガイドプレート 78 に作用しない場合と比較して、定盤 12 の基準平面 14 からのガイドプレート 78 の浮上量 R を反浮上力 F の大きさに応じて減少させると共に、ガイドプレート 78 と基準平面 14 との間に形成された空気層（空気軸受）を Z 軸方向に沿って圧縮し、この空気軸受の Z 軸方向に沿った剛性を高めることができるので、ガイドプレート 78 に搭載された Z テーブル 82 の Z 軸方向に沿った浮上量の変化を小さくできる。

【0089】

40

また複数組の永久磁石 202、204、上側ブラケット 206 及び下側ブラケット 208 がそれぞれガイドプレート 78 と X Y テーブル 22 における上側キャリアプレート 26 との隙間内に配置されていることから、浮上バランス手段の設置に伴って、装置寸法が Z 軸方向へ増大することも防止できる。

なお、本実施形態では、三次元位置決め装置 10 を原子間力顕微鏡に適用する場合について説明したが、以上説明した三次元位置決め装置 10 は、三次元方向（X、Y 及び Z 方向）へ高精度な位置決めが要求とされるレーザ露光装置等の各種の産業機械に適用可能であることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0090】

50

【図 1】本発明の実施形態に係る三次元位置決め装置の構成を示す平面図である。

【図 2】図 1 に示される三次元位置決め装置の正面図である。

【図 3】図 1 に示される三次元位置決め装置の側面図である。

【図 4】図 1 に示される三次元位置決め装置におけるガイドプレート上に搭載された Z リニアフィード機構及び Z テーブル並びに、ガイドプレートに配置された静圧パッドの構成を示す正面断面図である。

【図 5】(A) は本実施形態に係る三次元位置決め装置における浮上バランス手段の構成を示す正面図、(B) は浮上バランス手段の第 1 変形例を示す正面図である。

【図 6】(A) は図 1 に示される三次元位置決め装置におけるメッカロック機構の構成を示す正面図、(B) は図 1 に示される三次元位置決め装置におけるメッカロック機構の変形例を示す正面図である。

10

【図 7】(A) は本実施形態に係る三次元位置決め装置における浮上バランス手段の第 2 変形例を示す正面図、(B) は浮上バランス手段の第 3 変形例を示す正面図である。

【符号の説明】

【 0 0 9 1 】

- 1 0 三次元位置決め装置
- 1 2 定盤
- 1 4 基準平面
- 1 6、1 8 レールベース
- 2 0 ガイドレール
- 2 2 テーブル
- 2 4 下側キャリアプレート
- 2 6 上側キャリアプレート
- 2 8 スライダ
- 3 0 Y リニアガイド機構
- 3 2 Y リニアフィード機構
- 3 4 スクリュー軸
- 3 6 軸受部材
- 3 8 サーボモータ
- 4 0 ボールナット
- 4 2 挿通穴
- 4 4 開口部
- 5 0 ガイドレール
- 5 2 スライダ
- 5 4 X リニアガイド機構
- 5 6 X リニアフィード機構
- 5 8 スクリュー軸
- 6 0 軸受部材
- 6 2 サーボモータ
- 6 4 ボールナット
- 6 6 挿通穴
- 6 8 開口部
- 7 5 テーブルフレーム
- 7 6 上側フレーム部
- 7 7 下側フレーム部
- 7 8 ガイドプレート
- 7 9 嵌挿凹部
- 8 0 収納空間
- 8 2 Z テーブル
- 8 3 試料台
- 8 4 Z リニアフィード機構

20

30

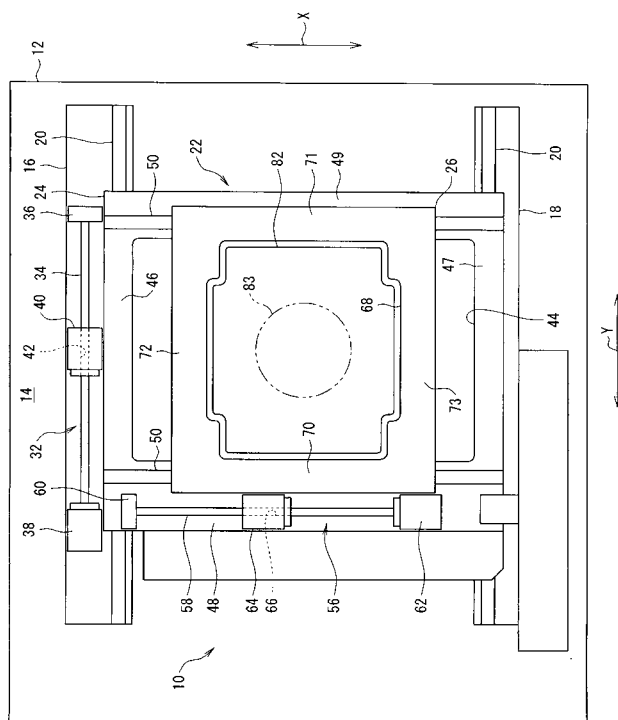
40

50

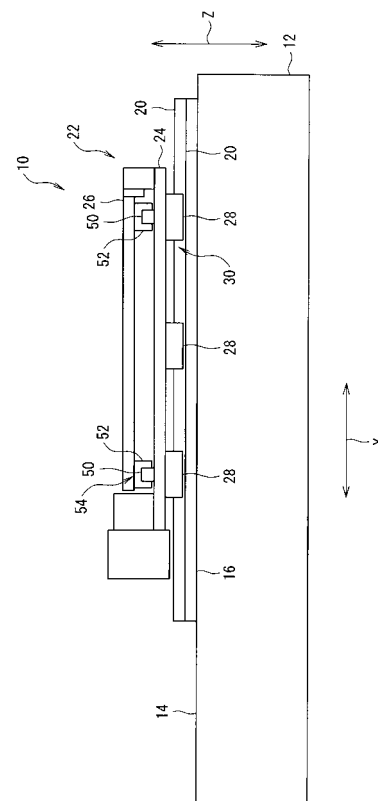
8 6	昇降ブロック	
9 6	スライダ	
9 8	ガイドレール	
1 0 0	スライドブロック	
1 0 2	摺動面	
1 0 2	摺動面部	
1 0 3	軸受部材	
1 0 4	ストッパ面部	
1 0 4	ストッパ面部	
1 0 6	斜面部	10
1 0 8	直動軸受	
1 1 0	ガイドフレーム	
1 1 2	スライダ	
1 1 4	ガイド溝	
1 1 6	ストッパプレート	
1 1 8	ストッパボルト	
1 2 0	切欠部	
1 2 2	ボールナット	
1 2 4	挿通穴	
1 2 6	スクリュー軸	20
1 2 8	サーボモータ	
1 3 0	静圧パッド	
1 3 1	給気孔	
1 3 2	空気供給路	
1 3 4	連結口	
1 3 6	ニップル	
1 3 8	圧力配管	
1 4 0	電磁開閉弁	
1 4 2	直動軸受	
1 4 4	ガイドレール	30
1 4 6	スライダ	
1 5 0	コイルスプリング	
1 5 2	座受部材	
1 5 4	座受部材	
1 5 6	嵌挿部	
1 5 8	嵌挿部	
1 6 0	メッカロック機構	
1 6 2	ストッパレバー	
1 6 4	ロックレバー	
1 6 6	ストッパ部	40
1 6 8	上側ロック部	
1 7 0	下側ロック部	
1 7 2	制限溝	
1 7 6	ロックナット	
1 7 8	ねじ穴	
1 8 2	コイルスプリング	
1 8 4	上側ブラケット	
1 8 6	下側ブラケット	
1 8 8	屈曲部	
1 9 0	嵌挿部	50

- 192 屈曲部
- 194 嵌挿部
- 196 永久磁石
- 198 永久磁石
- 200 スペース
- 202 永久磁石
- 204 永久磁石
- 206 上側ブラケット
- 208 下側ブラケット
- 210 屈曲部
- 212 屈曲部
- F、F 1、F 2、F 3 反浮上力

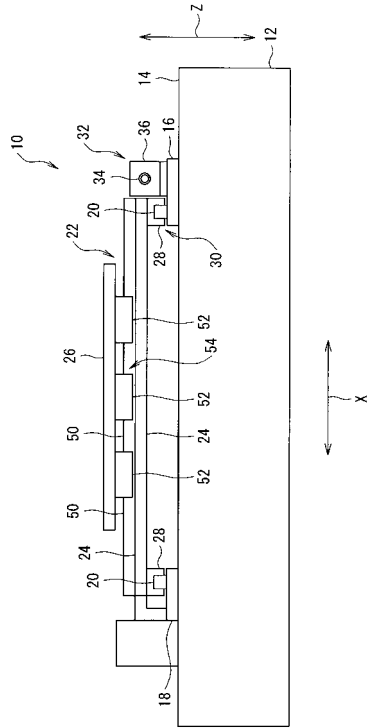
【図 1】



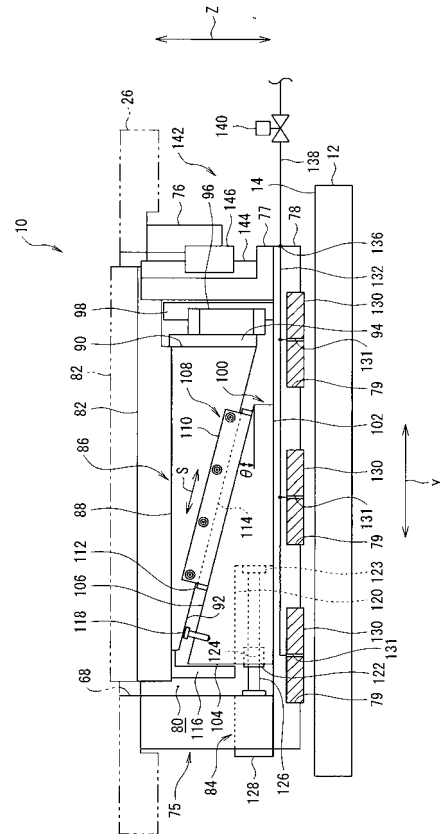
【図 2】



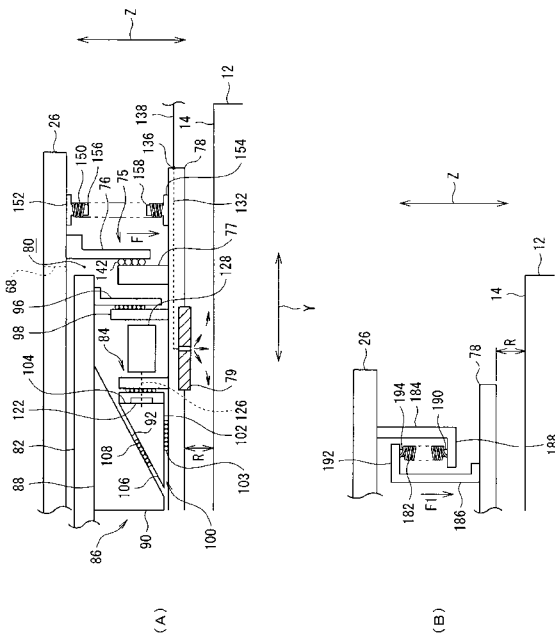
【図 3】



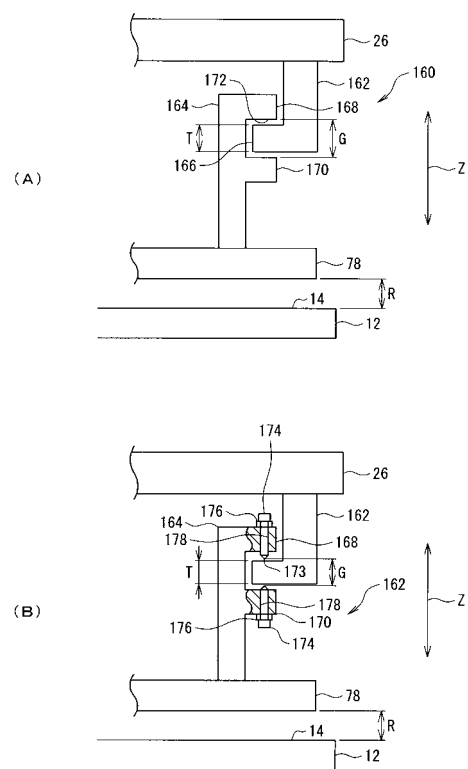
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

